

## 研究概要

# 自然システム学系



## 生物学コース

### 植物自然史研究室

植田邦彦教授

本研究室では、植物の自然史を解明するため、フィールド調査、標本解析、分子系統学的実験など多様な解析方法を駆使し、研究を行っている。主な研究テーマは次の通りである。

#### 1. スミレ属植物に置ける種のあり方の研究

スミレ属は熱帯を中心に分布するスミレ科の他の全属とは異なり、草本で温帯を中心に生育する。全世界の温帯に広く分布し、繁栄を謳歌しているグループである。日本にも数十種が知られ、春には誰しものが必ず目にする植物群であろう。

花は典型的な左右相称花で明瞭な蜜標があり、典型的な距に虫を導く。距には多くの場合蜜が貯まる。まさに昆虫媒花の見事な典型であり、特にマルハナバチ等の優秀な媒介昆虫に適応している様に見受けられる。しかし、この誰もが知るスミレ属の花、即ち、開放花は実はほとんど種子繁殖に貢献していない。開放花の開花時期が過ぎると一挙に目立たなくなるが、実際には閉鎖花をつけ始める。閉鎖花は花自体が小さくコストはほとんどかからない。花粉も極端に少なく

て済む。そして、實際上100%の結実率である。結果、春先のためにいかに典型的な中媒花の形態をもっていても訪花昆虫があまりおらずに結果として結果しない開放花に比べ、1個体全体の結実果実の95%程度以上は閉鎖花由来の果実であるのが実態である。

一方で、まともに自身の子孫を繁殖出来ない開放花由来の雑種が多数存在する。それらの雑種個体は著しく花粉稔性が低いが、ゼロではないため、閉鎖花由来の子孫を残す。また更に栄養繁殖が可能なため、頻度は高くはないが、クローンでの増殖も行っている。

このようにスミレ属各種における種の維持は常識的には考えにくい状況であり、多大なコストをかけて開放花を無駄に咲かせ、あまつさえなおかつ、雑種を形成している。

この謎を解明するのが中心課題である。

なお、このような特定植物群の解析は対象に関するしぼりは何も無く、各自がテーマを設定し、自由に研究している。

#### 2. 葉緑体による植物の大系統解析

葉緑体の起源、そして葉緑体が形成されて以降の植物の系統の解析を行っている。特に一次共生藻類は単一起源なのか複数回起源なのか、の解析に力を注いでいる。

### 生態学研究室

大河原恭祐准教授、都野展子准教授、西川潮准教授、中村浩二教授「平成26年3月31日退職」

生態学とは生物と環境の関係を扱う学問で、その視点は個体から、個体群、群集（ある区域にいる生物全体）、生態系（生物群集と環境全体）、地球と多岐に渡ります。

#### 1. 動物の社会性と動物・植物間の相互作用（大河原）

昆虫のアリ類を主な材料に社会構造と繁殖様式、生活史戦略に関する現象を扱っており、特に単為生殖に基づく繁殖様式と社会寄生の機構と進化要因について研究を行っています。また種子や果実を介した動物と植物の相互関係についても研究を行っており、アリ類と鳥類や哺乳類による種子の散布機構や適応的意義を調べています。さらにそうした共生関係に伴う多様な相互関係にも着目しており、東南アジア熱帯での多様な相互関係の成立についても調査を行っています。

#### 2. 共生と生物群集構造（都野）

都野研究室では疾病媒介蚊についての生態学的研究を展開しています。地球温暖化やグローバリゼーションに伴い、蚊の分布域や生息地の環境は変化しており、その変化が蚊の媒介する疾病リスクにどのような影響をもたらすのか調査する必要があります。疾病媒介蚊の媒介能力が地球環境の変化によりどのような影響を受け、疾病リスクはどう変化するかを実験室でのデータ収集とアジア、アフリカでの野外調査により総合的に調査しています。

#### 3. 陸域・陸水域の保全と再生（西川）

陸域や陸水域を対象として、生物多様性の維持・創出機構の解明や、外来種の侵入リスク評価と管理、希少種の保全、水田地帯の社会生態システムの再生といった、主に応用研究の課題に取り組んでいます。近年扱っている研究材料は、ザリガニ類や、水生昆虫、ゴミムシ類、コツメカワウソ、ヒトで、手法として、野外調査や、操作実験、室内実験、遺伝解析、安定同位体分析、景観解析、アンケート調査、聞き取り調査などを用い、実証研究を進めています。

## 植物系統進化学研究室

山田敏弘准教授, 小藤累美子助教

私たちは、陸上植物に起きた新奇体制の進化を解明するため、古植物学的アプローチを含む進化発生学的な研究を進めている。

### 1. カワゴケソウ科における新規ボディプラン獲得過程

カワゴケソウ科（被子植物）の植物は、普通の被子植物とは著しく異なるボディプランを持ち、多くの種で茎や幼根を形成しない。茎や幼根が形成されない理由を探るため、カワゴロモ（茎・幼根を欠く）、*Zeylanidium*（茎を欠く）、および *Terniopsis*（茎と幼根を形成する）の胚発生過程を比較した。その結果、心臓型胚で、細胞分裂がわずか1回省略されるだけで、茎なし／幼根なしの胚へと発生することが分かった。また、ホメオティック遺伝子1つである *STM* の発現を *Zeylanidium* で観察したところ、その幼芽では、*STM* の発現時期がシロイヌナズナの胚よりも早まっていた。*STM* は細胞分裂のペースメーカーであり、*STM* の発現時期が前倒しされることにより、細胞分裂が早期に打ち切られている可能性が示唆された。

## 発生生物学研究室

岩見雅史教授, 木矢剛智特任助教

昆虫は、ライフサイクルの中で、形態と行動様式を大きく変化さる。本研究室では、カイコガ・ショウジョウバエ・ミツバチをモデルに、分子生物学的および神経行動学的視点から、生得的行動であるフェロモン認識や情報処理の神経機構や脱皮・変態などの発生過程に伴う現象の分子基盤を探る研究を行っている。主な研究テーマは以下の通りである。

### 1. 神経活動依存的発現を示す遺伝子を用いたフェロモン情報を伝達する神経回路の解析

昆虫類は様々なフェロモンを利用した個体間コミュニケーションを行う。我々の研究室では、神経活動依存的な発現応答を示す遺伝子を、昆虫の脳において初めて同定することに成功している。この遺伝子の活性を利用し、カイコガ、ショウジョウバエ、ミツバチといった幅広い昆虫種を対象に、フェロモン情報が脳でどのように伝達・認識されているのか、といったこと

### 2. クロマツの祖先種の推定

クロマツ（マツ属、マツ科）は日本を中心に分布することから、日本で種分化したものと考えられている。しかし、クロマツが現れた時期やその祖先化石種は長らく不明だった。私たちは、クロマツの化石記録を再検討し、クロマツが約270万年前頃に出現したことを示した。また、私たちは「クロマツの近縁種群においては、葉の樹脂道（松脂の通り道）が表皮に接触しない」ことに着目し、クロマツの祖先候補化石種の葉の解剖学的特徴を観察した。その結果、約1700万年前頃に日本に現れたフジイマツが祖先と特定された。従って、クロマツに至る系統の分化は、日本列島とユーラシア大陸の分断によって起きたと推定される

### 3. 原始的な陸上植物の形態形成メカニズムの研究

原始的な陸上植物であるコケ植物は、胚発生のみならず全ての器官形成を単一の幹細胞から行う。私たちはコケ植物ヒメツリガネゴケをモデルとして、糸状構造である原糸体の細胞から茎葉をつくる茎葉体幹細胞を作る際に、4つのAP2-type転写因子が不可欠であることを解明した。また、ライフサイクルにおける幹細胞の種類と形成過程について明らかにし、それぞれの形成過程を制御する遺伝子経路を示した。

の解明に取り組んでいる。

### 2. 昆虫の脳において性差を生み出す分子機構の解明

昆虫は外部形態のみならず行動においても、顕著な雌雄間での性差がある。カイコガの脳をモデルに、昆虫の脳において性差を規定する分子機構の解明に取り組んでいる。これまでに、メスのカイコガの脳にのみ特異的に発現する noncoding RNA (*Fben-1* と命名：新規な遺伝子) を同定した。さらにマイクロアレイ解析などを駆使し、いくつかの性特異的発現を示す遺伝子を同定している。

### 3. カイコガの脱皮・変態などの発生過程に伴う現象の分子基盤に関する研究

カイコガをモデルに、幼虫から蛹期までの様々な現象を、インスリン様ペプチド（ボンビキシン）、エクジソン、幼若ホルモンとの相互作用を念頭に、糖や脂質の代謝、生殖細胞への影響に焦点を当て解析することにより、動物界に共通する個体全体の代謝、発育調節、生殖システムを探ることを目的とする研究を行う。

## ゲノム時間生物学研究室

程 肇教授

本研究室では、哺乳類概日リズム時計遺伝子の構造と機能を、分子・細胞・個体レベルで解析することにより、概日リズム形成機構を統合的に理解することを目指している。主な研究テーマは以下の通りである。

### 1. 哺乳類時計遺伝子 *Period* (*Per*) の機能解析

(1) マウス *Per2* 遺伝子の転写は *Per1*, *Per2* により活性化された。この自律的転写活性化機構の本質は *Cry* が *Per* 依存的に *CBP* によってアセチル化を受け転写抑制能を失うことであることが判明した。ともに *Clock-Bmal1* で転写され、*Cry* によって抑制される *SCN* での *Per1* と *Per2* 転写リズムには約 3 時間の時間差が観察される。*Per2* の転写リズムに遅延は、*Per* による *Per2* プロモータの特異的活性化が機能していることを、実験とシミュレーションにより明らかにした (PLoS One, 2011)。

(2) マウス *Per1* 遺伝子は *SCN* で自律的発現リズムを有すると共に、光によって誘導される (Nature 1997)。特に *Per1* 遺伝子の光誘導能を失った動物は、1 日の昼夜サイクルに全く同調できない (PNAS 2006)。即ち、概日時計を外部光環境に同調させるためには *Per1* 遺伝子の機能が必要である。そこで、*Per1* の発現リズムを連続モニタリング可能な *SCN* 由来細胞を樹立して (Science 2000, BBRC 2007)、ゲ

ノムワイド包括的解析を行った結果、*Per1* 遺伝子を一過的に誘導する新規化合物群を見出した。驚くべきことにこの化合物はマウス個体への経口投与により速やかに動物の行動リズムの位相を前進させた。現在新たに得られた *Per1* 誘導性化合物の作用点、作用機構の解析を進めている。

### 2. 哺乳類時計遺伝子 *Bmal1* の転写制御解析

哺乳類の概日リズム形成には、時計遺伝子群により構築される多重な遺伝子発現制御のフィードバックループが必須である。*Per* や *Bmal1* 遺伝子は時計中枢である視交叉上核で転写と翻訳概日リズムを有し、その変異体マウスの解析からリズム発振に必須な時計遺伝子である。少なくとも *Per* 遺伝子の転写リズムは *Clock-Bmal1* による転写活性化と、*Cry* による抑制の間に存在する時間差により説明できる。しかし、*Bmal1* 遺伝子の転写因子である *Ror*, 転写抑制因子である *Rev-erb* を支配する両遺伝子は同じ位相の転写リズムを刻むことが知られるため、*Bmal1* 遺伝子の転写活性化と抑制のスイッチ機構は未だ不明のままである。即ち、このミッシングリンクには、*Ror* や *Rev-erb* 遺伝子の翻訳制御が深く関わっていることが強く推察できる。実際、*Ror* や *Rev-erb* 遺伝子の翻訳活性化と抑制の時間差形成が、*Bmal1* 転写概日リズムの形成に重要な役割を果たしていることを見出した。現在、*Ror* や *Rev-erb* 遺伝子の詳細な翻訳制御機構の解析を進めている。

## 植物生理・生化学研究室

坂本敏夫准教授

陸棲ラン藻 *Nostoc commune* (イシクラゲ) は、光合成を営む原核生物であり、極寒の南極大陸や中国の砂漠地帯などコスモポリタンとして地球上に広く分布している。陸上に生育するため極限的な乾燥耐性を示すことが知られており、乾燥して無代謝状態となり休眠し、吸水することによって生命活動を再開する。乾燥状態で100年以上の長期にわたり保存されていた標本を培養液に浸すと細胞増殖を再開したという報告例がある。無水生活様式 (anhydrobiosis) として古くから知られている生命現象である。当研究室ではイシクラゲを研究材料に用いて、無水生活様式のメカニズムを研究してきた。これまでに、本生物が示す無水環境下における生命維持機構には、細胞外多糖、トレハロース、紫外線吸収物質および抗酸化物質が深く関わっていることを見いだした。現在、これらの機能性分子の役割を物質レベルで解明することを目指して研究に取り組んでいる。

### 1. イシクラゲは新規の MAA 配糖体をもつ

イシクラゲがもつ機能性分子の一つにマイコスポリン様アミノ酸 (MAA) がある。MAA は、330nm 付近の紫外線 (UV-B) を吸収する紫外線吸収色素であり、動植物を含む多くの生物において、およそ20種類が報告されている。ポルフィラ-334は、分子量346、既知の代表的な MAA の一つである。

イシクラゲは、形態的には区別できないが、4 種類の遺伝子型に大別されることを発見した。MAA の解析の過程で、遺伝子型ごとに含まれている MAA に違

いがあることが分かった。

遺伝子型 A からは、ポルフィラ-334にペントースが結合している「ポルフィラ-334配糖体」が見つかった。このペントース結合型ポルフィラ-334は、イシクラゲの藻体中に乾燥重量あたり0.1%程度含まれており、遺伝子型 A の主要な MAA である。

遺伝子型 B から抽出・精製した MAA は、分子量1050と通常の MAA よりもかなり大きく、3-aminocyclohexen-1-one と 1,3-diaminocyclohexen の 2 種類の環構造をもち、さらにペントースとヘキソースを結合しており、他に類を見ないユニークな化学構造をもつ新規の化合物であった。このハイブリッド型 MAA 配糖体の発見は、重要な研究成果の一つである。

### 2. イシクラゲがもつ紫外線吸収色素は抗酸化活性を示す

ポルフィラ-334は抗酸化活性を示さないが、イシクラゲがもつポルフィラ-334配糖体は抗酸化活性を示すことを明らかにした。配糖体化することにより、ポルフィラ-334に抗酸化活性が付与されたことを示す。

また、イシクラゲは、もう一つの紫外線吸収物質として380nm 付近の紫外線 (UV-A) を吸収するスキトネミンをもつ。スキトネミンも抗酸化活性を示すことを明らかにした。これらの紫外線吸収色素は、細胞外マトリクスに局在すると考えられている。紫外線を遮断することに加えて、ラジカルを消去する活性をあわせもつ多機能性分子として、イシクラゲが示す極限的な環境耐性の分子機構に深く関わると考えられる。陸上環境への適応に重要な役割を果たしていると考えられ、現在、生理機能の詳細を研究している。



## 動物・微生物生理化学研究室

福森義宏教授（平成26年4月1日 理事就任）、  
金森正明講師、田岡東助教

本研究室では、動物や微生物を用いて、生物の環境適応機構や生体超分子複合体の構造機能相関について分子レベルでの研究を行っている。

### 1. 磁気を感じ取る細菌

磁性細菌は環境中から鉄イオンを取り込み、磁鉄鉱（磁石）を合成し、細胞内のマグネトソームと呼ばれるオルガネラに蓄える。これを磁気コンパスのように用いることによって磁性細菌は地磁気を感じし、地磁気に沿って移動することで、生育に適した環境へと移動する。私たちはマグネトソームの構造とその機能を明らかにし、原核細胞の細胞骨格やオルガネラの働きや形成過程、生物鉱物化作用、生物磁気感知の仕組みの解明をめざしている。

### 2. 高速AFMを用いた生細胞分子イメージング

高速AFMは、生理的溶液中において、生体分子の構造とダイナミクスを高い空間時間分解能で可視化できる。私たちは高速AFMを用いて、生きた細菌（磁性細菌、光合成細菌、大腸菌など）を液体培地中で観察し、細菌外膜の構造とそのダイナミクスを捉えることに成功した。高速AFMにより明らかになった細菌外膜は、分子が規則的に配置され、混み合った環境であることが明らかになった。高速AFMによる生細胞分子イメージング法は、多くの細菌に適用可能であり、微生物学の新しい解析手法となることが期待でき

る。

### 3. 分子シャペロンの基質認識機構

リボソームにより合成されたポリペプチドは、アミノ酸配列に基づいて特有の立体構造をとることでタンパク質となる。しかし、細胞内環境は、新生ポリペプチド鎖が立体構造を形成するのに適さない。細胞内には、分子シャペロンとよばれる一群のタンパク質があり、新生ポリペプチド鎖の構造形成を助けている。私たちは、分子シャペロンの中で中心的な役割を担っているHsp70に注目し、その基質認識機構の解析を行っている。

### 4. 驚異の巨大ヘモグロビン

能登半島九十九湾には、有鬚動物マシコヒゲムシが生息している。この動物は、栄養を取込み、消化し、排泄する器官を持たないが、体内の細胞内共生細菌が硫化水素から合成した有機物をエネルギーに変換する。宿主のミトコンドリア呼吸に必要な酸素と共生細菌が呼吸基質として利用する硫化水素を供給するのは血液に溶解している細胞外ヘモグロビンであり、その構造はヒトヘモグロビンとは異なる巨大な超分子複合体である。私たちはその立体構造や働きを原子・分子レベルで解明している。

### 5. 温度感受性タンパク質の構造と働き

ナミアゲハの蛹期の翅には、氷温では溶解するが、室温以上では不溶化するタンパク質が数種類存在する。私たちは、このタンパク質の生化学的特性を解析するとともに、その性質を利用した応用研究を行っている。

## 進化発生学研究室

山口正晃教授

本研究室では、棘皮動物を材料とした発生生物学および進化発生学に関する研究を行っている。主な研究テーマは以下の2つである。

### 1. ウニ小割球特異化の分子機構に関する研究

ウニ16細胞期胚に形成される小割球は胚のオーガナイザーである：自律的に骨片形成細胞へと分化するだけでなく、隣接する細胞へ誘導シグナルを放出する。この小割球特異化を調節する遺伝子ネットワークは、*micro1*/*pmar1*と*hesc*にコードされる2種の転写抑制因子の二重抑制によって活性化される。私たちは、この二重抑制システムが棘皮動物の進化のどの段階で現れたのかを解明するため、異なる目に属すウニから*micro1*と*hesc*を単離し、構造・発現・機能解析を行った。その結果、このシステムは、ウニ類進化の初期に小割球形成とともに導入された新規機構であると推測された。現在、祖先的なキダリス目のノコギリウニを材料として、*micro1*の祖先遺伝子候補の1つである*paired homeobox 1*の発現・機能解析を進めている。

### 2. 棘皮動物の進化に関する研究

半索動物（ギボシムシ）と棘皮動物（ウニやヒトデ）は姉妹群であり、いずれも左右相称の幼生期をもつ。半索動物は幼生のボディープランをそのまま成体へと引き継ぐ。一方、棘皮動物は幼生の左側の体腔とそれ

を被う羊膜外胚葉からなる成体原基の中で五放射体制をつくり、成体へと変態する。

Hox複合体は前後軸にそったパターン化を調節している。Hoxクラスターにおける*hox*遺伝子の並びは、前後軸にそった発現領域としばしば一致する。私たちはヨツアナカシパンを材料として、成体原基における*hox*遺伝子発現の全貌を明らかにした。その発現から、ウニの*hox*遺伝子は2つのグループに分けられる：成体の口の周りで放射状に発現するものと左後体腔において線状に発現するものである。ゲノム解読されたウニのHox複合体と対応させると、放射状に発現する*hox*遺伝子はクラスター内で逆位しているのに対して、線上に発現する*hox*遺伝子は組織化されている。一方、ギボシムシのHox複合体は脊索動物と同様に組織化されていて、その発現も共直線性を示す。この対比は、棘皮動物の進化に2つの洞察をあたえる。(1)

棘皮動物の祖先的な軸情報は、腕ではなく（後体腔にそって伸びる）消化管にあり、(2) 非組織化された*hox*遺伝子は軸の役割を失い、棘皮動物あるいはウニの新規構造（棘や歯）のパターン化に転用されたらしい。すなわち、放射状に発現する*hox1*, *hox3*, *hox5*の調節機構の解明が、棘皮動物の進化の謎を解く鍵になる。胞胚を赤道面で切断した半胚の表現型解析は、外胚葉での*hox1*と*hox5*の放射状発現は中胚葉を必要とする一方、中胚葉での*hox3*発現は外胚葉に依存することを示す。現在、それらの発現を調節する双方向の胚葉間シグナル伝達分子を検索している。

## 遺伝学・進化原生生物学研究室

東（遠藤）浩准教授

本研究室では、原生生物の遺伝・進化に関する研究を行っている。主な研究テーマは以下の通りである。

### 1. 繊毛虫テトラヒメナの核アポトーシスに関するミトコンドリアの役割の解明

(1) テトラヒメナでは有性生殖である接合中に次世代の新大核が分化し、親の世代である旧大核はアポトーシスに似たやり方で選択的に崩壊・除去される。この初期過程において、AIF（アポトーシス誘導因子）は核アポトーシスの初期段階である核の凝縮とミトコンドリアに局在するエンドヌクレアーゼの活性化に関わる。AIFと相互作用するエンドヌクレアーゼの探索を行っている。また、中期段階では、別のヌクレアーゼがDNAの崩壊過程に関わっており、遺伝子のノックアウト等の方法を用いてこれらヌクレアーゼの同定を行っている。

(2) 旧大核膜上にはConAと特異的に結合する糖とフォスファチジルセリンが現れ、これがシグナルとなって核死が誘導される。核膜上に存在するこの糖タンパク質の同定を試みる。

### 2. ゾウリムシのミトコンドリア・プラスミドの構造解析

ゾウリムシ（*Paramecium caudatum*）は、mtDNA以外にプラスミドは、構造上のちがいで2つに分け

られる。これらがどのような遺伝子をもっているのか、その起源は何かを知るために、全塩基配列の決定を行っている。

### 3. シロアリ共生鞭毛虫由来のセルラーゼ遺伝子を移植した繊毛虫テトラヒメナによる新規セルロース分解系の構築

シロアリは木材などのセルロースを効率的に分解することができる。しかし、セルロース分解の主要な役割を演じているのは、後腸内に共生する原生生物鞭毛虫類である。これらの鞭毛虫はミトコンドリアをもたない絶対嫌気性生物であるので、培養は困難である。これまでこれら鞭毛虫由来のセルラーゼ遺伝子を多数単離し、これらをモデル生物である繊毛虫テトラヒメナのゲノムに導入することで、好気条件下での高効率なセルロース分解系の構築を目指している。

### 4. ゾウリムシ属の有性生殖を制御するmRNA型 long non-coding RNAの機能解析

ゾウリムシ属は接合、あるいは自家生殖と呼ばれる有性生殖をおこなうことが知られている。本研究室の研究から、これらの過程の初期にmRNA型 long non-coding RNA（MS2A）遺伝子が特異的に発現することが明らかになった。近年、mRNA型 long non-coding RNAが次々に発見されているが、機能不明のものが多い。ゾウリムシ属は、その役割が明らかになっていないnon-coding RNA研究のモデルシステムになる可能性がある。

## 分子細胞生物学研究室

Richard Wong 教授

細胞核膜上に多数ある核膜孔は核膜孔複合体から成り立っており、その複合体は約30種類の核膜孔複合体因子（ヌクレオポリン）から構成されている。この核膜孔複合体の機能は細胞質-核間の分子輸送の制御であり、これによって、転写因子は核内に移行する一方、mRNAなどは核外に輸送される。細胞内の物質輸送は物質を正確に分配し輸送するために精密に制御されており、この分子輸送の異常が原因となり、癌や発育欠陥・障害等、数々の疾患をもたらすことが多数報告されている。近年、この核膜孔を介した物質輸送の異常と特に癌との関連性が多数指摘されている。

核膜孔複合体は、核膜とともに細胞分裂初期に崩壊後、細胞分裂終期に再構築される。この細胞分裂期における核膜孔複合体の役割が盛んに議論されるようになり、核膜孔複合体の既知の機能とは異なる、細胞分裂期における重要な新規機能が研究代表者を中心に見出されてきた。研究代表者はヌクレオポリンが正常な細胞分裂に非常に重要であり、その異常発現・機能が染色体分離異常を誘発し、癌の発症・悪性化に深く関わっていることを明らかにしてきた。このように研究代表者によって核膜孔複合体の細胞分裂期における新規機能、つまり分裂期におけるヌクレオポリンによる物質輸送機構、そして癌との関連性が明らかにされつ

つあるが、分裂期におけるその詳細なダイナミクスのメカニズム、分裂期チェックポイントにおける分子間相互作用については未だ不明である。また、様々な局面でヌクレオポリンによる物質輸送機構の重要性が明らかになってきており、ヌクレオポリンと相互作用因子との複合体の機能と構造の解析は今後の生命科学の分野において重要な知見をもたらすと考えられる。また近年、生命現象の場においては、分子・細胞レベルなど様々な階層において不安定で過渡的な複合体の存在およびその重要性が指摘されてきている。

また細胞分裂期における異常は癌を含めた様々な疾患を引き起こすことが明らかとなってきたことから、生体分子の構造とダイナミクス解析を用いた機能メカニズムの解明を目指す本研究から得られる新知見は、今後の生命科学の分野において不可欠である。目指す細胞核機能制御は、様々な疾患に対する制御薬剤・医薬リード化合物の探索・開発や、核内への移行を期待するナノテクノロジーを用いたドラッグデリバリーシステムを構築する際などにおいて重要な鍵となる。本研究室プロジェクトは、核膜孔複合体の細胞分裂時における崩壊・再構築ダイナミクスの時系列動態解析（目的1）、ヌクレオポリン複合体の癌悪性化過程における機能・動態解析（目的2）、ヌクレオポリン複合体の構造特性に基づく機能・動態の解析（目的3）といった、大きく分類して3種類の研究計画から成り立っている。



## 環日本海域環境研究センター植物園

木下栄一郎准教授

### テンナンショウ属植物（サトイモ科）の性転換モデルの検証

金沢市のマムシグサ集団からDNAを抽出し、マイクロサテライト領域を用いて種子の花粉親を決定している。繁殖成功が個体サイズの関係が雄個体と雌個体で異なっている状況下で性転換が進化するというSize Advantage仮説の検証を行っている。長野県の集団の性転換サイズはこの仮説の下で予想されるサイズとはほぼ一致した。金沢のマムシグサ集団の性転換サイズは長野県の集団とは異なる。金沢の性転換サイズを計算するためには、個体サイズと繁殖成功の関係を知ることが必要である。雌の繁殖成功は果実数を繁殖成功とすることができ、サイズと繁殖成功の関係は容易にわかる。雄の場合、できた種子の花粉親を決定し、それを基に繁殖成功とサイズとを構築する必要がある。異なる集団に見られる性転換サイズの違いをSize Advantage仮説で説明できれば、この仮説はほぼ検証されたことになる。

### 自家不和合性の崩壊過程の進化モデルの構築

ミヤマガマズミとコバノガマズミを用いて、繁殖様

式の進化に関する研究を行っている。ミヤマガマズミとコバノガマズミは近縁種で里山地区でも同所的に生育している。ミヤマガマズミは自家不和合性であるが、コバノガマズミは自家不和合性が崩壊して自家不和合性になりつつあることを見つけた。一般に自家不和合性は近交弱勢 $\delta > 1/2$ の時維持されるが、 $\delta > 1/2$ の時でもある状況下では自家不和合性の個体が侵入できることが進化モデルから予想されている。コバノガマズミの場合であることがわかってきた。 $\delta > 1/2$ でも自家不和合性の個体が侵入、自家不和合性の崩壊を生じさせる生態的条件に関する数理モデルの構築とその検証を現在行っている。

### 植物における繁殖開始のサイズ依存性と齢依存性

動物と異なり、一般に多年生植物の繁殖開始はサイズ依存性であることが知られている：臨界サイズに達すると繁殖を開始し、齢とは関係がない。しかし、繁殖の臨界サイズと齢の関係は不明なことが多い。この問題をヒメアオキとアオキを用いて解明することを試みている。アオキとヒメアオキは種内分類群であるが、形態や繁殖生態は大きく異なっている。分枝様式から現在から過去にさかのぼり開花状況と成長を再現できることができ、齢と繁殖の臨界サイズとを明らかにできると期待される。

## 環日本海域環境研究センター臨海実験施設

鈴木信雄准教授、関口俊男助教

当施設では、海洋生物の生理学的解明について形態学的手法や分子生物学的手法を用いて研究している。主なテーマを以下に示す。

### 1. 海産無脊椎動物及び魚類を中心とした脊椎動物のペプチドホルモンの分子進化及び作用進化に関する研究

ペプチドホルモンを中心に、その分子構造の変化を調べ、ホルモンの作用がどのように変化したのかについて解析している。

当研究室で注目しているホルモンの1つは、カルシトニンである。脊椎動物では、カルシトニンは骨を壊す細胞（破骨細胞）の活性を抑制して、その結果として骨を強くするホルモンである。しかし、このホルモンは、骨のない軟骨魚類のアカエイや無脊椎動物のホヤにも存在している。そこで、このホルモンの生理作用がどのように変化してきたのかを分子生物学的な手法を用いて解析している。

さらにホヤのCCK／ガストリンの研究も行っている。哺乳類において、CCK／ガストリンは、それぞれ胆嚢の収縮、胃酸の放出を刺激する消化ホルモンで

ある。脊椎動物の祖先的動物であるホヤにおいても、CCK／gastrinの祖先遺伝子Cioninが同定されている。しかしながらホヤにおけるCioninの生理作用は明らかになっておらず、トランスジェニック個体を用いた機能解析に取り組んでいる。

### 2. 魚類のウロコを用いた研究

ウロコには骨を作る細胞（骨芽細胞）と破骨細胞が共存することから、ウロコを骨のモデルとしたアッセイ系を開発した。そのアッセイ系を用いて、物理的刺激（重力、微小重力、磁場、超音波）やホルモン等の生理活性物質の作用を解析している。キンギョのウロコを用いて、国際宇宙ステーション「きぼう」で微小重力に対する作用と新規化合物による骨吸収抑制作用を調べる宇宙実験を実施した。この実験により、破骨細胞が形態学的にも顕著に活性化することが判明し、その破骨細胞の活性を新規化合物は抑制することがわかった。

さらに環境汚染物質の作用も研究している。最近、重油に含まれる多環芳香族炭化水素類が魚の骨代謝を攪乱していることを証明した。重油汚染により魚の脊柱彎曲が報告されているので、その機構の解明を目指している。この他、PCB、有機水銀、無機水銀、トリブチルスズ等の環境汚染物質についても研究を行い、海洋汚染をバイオアッセイでモニタリングしている。



## バイオ工学コース

### 生物機能・化学反応工学研究室

高橋憲司教授, 川西琢也准教授, 滝口 昇准教授,  
仁宮一章准教授, 遠藤太佳嗣特任助教,  
覚知亮平特任助教, 野口 愛特任助教,  
黒田浩介特任助教

#### 1. イオン液体を利用したバイオマスリファイナリー

植物バイオマスを原料として、現在石油から作られている燃料や化成品原料を生成する「バイオリファイナリー」について研究を進めている。特にイオン液体という物質群を溶媒や触媒として用いることにより、植物バイオマスの前処理・変換反応を行うのが特徴です。また、使用するイオン液体の新規設計・合成やイオン液体のリサイクル方法の確立などの研究も進めています。植物バイオマスに含まれる多糖だけではなく、従来バイオリファイナリーの対象外であったリグニンについても、その化成品原料への有効利用に関する研究を進めている。

#### 2. プラズマ反応工学

プラズマ中には、電子・ラジカル・励起分子やイオンなどが高密度に存在する。このような高濃度の化学活性種を生成は、他の方法にない特徴であり利点である。プラズマ発生方法としては、大気圧マイクロ波プラズマ、レーザーブレークダウンプラズマ、コロナ放電などを用い、生成する化学活性種の分光測定による帰属、ラジカル捕捉剤を用いた帰属などを行い、これら活性種を用いた反応プロセスの開発を行っている。

### 生理活性物質工学研究室

松郷誠一教授, 和田直樹助教

#### 1. 酸素-抗酸化システム

好気性生物は生きていくために酸素を必要とします。取り入れた酸素を生体において様々な活性化することにより、複雑な生命活動が営まれます。酸化—抗酸化のバランスの崩れは様々な疾病の一因となります。(酸化ストレス) 生体は過剰に発生した活性酸素を防ぐシステム(抗酸化酵素, 抗酸化物質)を持っています。当研究室では酸化ストレスが生体に及ぼす影響を分子レベルから捉えることをメインテーマに研究を進めています。また、活性酸素がどのようなシグナル伝達系に関わり、どのように制御されているのかということに興味を抱き研究も行っています。

#### 2. 抗酸化物質(リポ酸)のシグナル伝達に及ぼす影響に関する研究

リポ酸は生体中において糖の代謝(ピルビン酸デヒドロゲナーゼ, ケトグルタル酸デヒドロゲナーゼ)に関わる5つの補酵素の一つとして古くから研究が進められてきました。リポ酸は生体内では上記タンパク質のリジン残基のε-アミノ基とアミド結合した形で存在し、エネルギー代謝において重要な役割を担っています。一方、1990年代以降、リポ酸—ジヒドロリポ酸の抗酸化能力に注目が集まり、抗酸化活性に関する研究が国内外で活発に行なわれています。リポ酸は5員環の1,2-ジチオラン構造(環)を分子内に有する化合物ですが、生体で2電子還元されると2つのジチオ-

#### 3. 新規シリコンイオン液体の合成と過渡回折格子法を用いた分子拡散の測定

イオン液体は、有機溶媒にはない優れた特徴(不揮発性、熱的安定性、電気導電性)を有するが、粘度が高いのが欠点であった。そこで、シリコンオイルを構成するシロキサン構造に着目した低粘度の新規イオン液体の合成を行っている。また、リチウムイオンバッテリーなどへの応用を考えると、粘度のみならず分子やイオンの拡散係数が大きい事が望まれる。そこで、レーザー過渡回折格子法という手法を用いて、新規に開発したイオン液体中での拡散係数の測定を行っている。

#### 4. バイオ技術による廃棄物の再資源化

バイオディーゼル製造時に排出される廃液には、副産物として高濃度のグリセロールが含まれている。このグリセロールのバイオ技術を基にした再資源化技術の開発を行う。バイオディーゼル廃液には生物毒性の高いメタノールや塩類も多量に含まれているため、グリセロールやメタノール、高塩濃度に耐性を持つ微生物の取得や育種、効率的な培養法策の検討を行う。

また、リンは農業や工業に必須な元素でありながら、年々入手が難しくなっていることから、リンの回収・再利用システムの構築が急務となっている。下水処理余剰汚泥からのリン循環再利用システム実用化の際の問題の1つである、処理場で使用される金属塩由来の金属イオンによる汚泥中からのリン回収率低減について、回避方策の検討を行う。

ル部位(官能基)を有するジヒドロリポ酸に変化します。ジヒドロリポ酸の還元能力は酸化された他の抗酸化物質(ビタミンC等)を再生させる能力があるほど強いものであることを示す実験結果もいくつか報告されています。細胞系においてリポ酸を投与すると細胞内のグルタチオン量が増大することもわかっています。グルタチオン量をコントロールすることにより細胞のレドックス状態を制御する力をリポ酸は有していることになります。リポ酸は直接的な酸化—還元に関わるだけでなく(抗酸化ネットワークを含めた)、各種シグナル応答とも密接に関連していることも明らかにされています。リポ酸投与が糖尿病や神経疾患の改善等に効果があるという報告が行なわれています。リポ酸は分子量としては206と小さい分子であるにも関わらず、このように多様な生理活性を示すのはなぜかといったことも含め、幅広く研究を行なっています。

#### 3. 包接複合体に関する研究

溶解している物質は自由な運動を行なっていますが、そこにその物質と強い相互作用を持った物質が存在すると、強い相互作用が発生します。包接状態の溶液中での反応は種々検討されてきましたが、固体でどのような相互作用がどれくらいの強さで存在し、それがどのような影響を及ぼすのかに関する研究は包接体についてはあまり進んでいませんでした。我々は素材として抗酸化物質を用い固体における安定性、物性を各種スペクトルを駆使し、解明することを目指しています。

## 物質循環工学コース

### 化学プロセス工学研究グループ

田村和弘教授, 小林史尚准教授, 瀧健太郎TT准教授, 多田 薫助教

研究グループは、以下の研究課題に関する基礎から応用まで幅広い分野の研究を行っている。

#### 環境負荷低減化に向けた新規プロセス開発

当研究室では、「持続可能なモノづくり社会を目指して、環境負荷の低減化に向けた新たなプロセス開発」を実現するために、新規なグリーンプロセス（Green Process）の技術開発に関する研究をすすめている。材料、環境、バイオ分野などの各種プロセスの開発や設計に必要な熱力学的あるいは物理化学的な解析手法の開発に加え、イオン液体を含む多成分系混合物の相平衡、超臨界流体の溶媒物性および、超臨界流体を利用した染色プロセスの開発、天然植物からポリフェノールなどの抗酸化物質の抽出・分離プロセス、ナノ微粒子創製プロセス、リチウムイオン電池材料開発および充放電特性の解明に関する教育・研究を行っている。

#### 生物化学工学に関する研究

環境をテーマとした生物化学工学の研究を行っている。具体的な研究課題としては、南極域（南極海・昭和基地・ラングホブデ等）における大気バイオエアロ

ゾルの直接採集と次世代シーケンスを用いた生物分析、大気バイオエアロゾルの定点観測と生物分析法の開発、黄砂バイオエアロゾル対策用マスクの開発、新規大気バイオエアロゾル単離菌を用いた有用物質の生産などである。

#### 紫外線硬化樹脂の硬化過程の解析

液体のモノマーが重合して固体になる硬化過程の速度論的な解析をリアルタイムFT-IR（フーリエ変換型赤外分光法）や粘弾性測定装置を駆使して、UV硬化により生成する三次元網目構造の数マイクロメートルスケールの密度ゆらぎが硬化物の物性や、相分離（発泡）速度に与える影響を研究している。この研究を発展させると、石炭中からのコークスの生成過程、火山の噴火、分岐プラスチックの発泡成形、パンやスポンジケーキの製造過程などの発泡現象を体系的に理解することを目指している。基礎研究からアプリケーションまで、高分子と光（紫外線）を基軸に付加価値の高い成形加工の新たな地平を切り開く。

#### 反応工学に関する研究

液晶ポリマーは、高耐熱スーパーエンジニアリングプラスチックとして、電子部品（パソコン、携帯電話等）を中心に幅広い産業分野で活用されている。本研究では、液晶ポリマーの製造プロセスにおいて、最終ポリマーの物性を予測し最適製造条件の予測や新規ポリマーの開発を試みる。

### 高分子材料物性研究グループ

新田晃平教授, 比江嶋祐介助教, 畝山多加志助教

我々は、ポリエチレンやポリプロピレンなどの汎用性高分子材料を中心に、高分子材料が有する分子レベルから巨視的レベルまでの幅広い空間スケールにおいて形成される多彩な構造と、それらの階層構造により発現する材料強度などの種々の物性との関係について、力学物性、熱物性、構造解析、分光計測などの様々な実験手法、さらにはシミュレーション手法を用いた研究を行っている。以下に、最近取り組んでいる研究課題を示す。

高分子材料の物性制御には、モノマー構造の制御だけでなく、高分子鎖が折りたたまったラメラ晶、ラメラ晶が積層したラメラクラスター、放射状にラメラ晶が成長した球晶など、より大きな構造である高次構造を制御することが不可欠である。我々は、ポリプロピレンが熱処理による高次構造制御が比較的容易である特長を利用して、ナノメートル程度の高次構造を制御した材料を作製し、高次構造と発現する力学物性の関係を明らかにしている。ポリアセタール樹脂における球晶構造や、超低密度ポリエチレンにおけるネットワーク構造など、力学物性を支配する構造を特定し、これらの材料系における物性制御の高度化を実現しつつある。高分子材料が破断する破壊現象についても、これまでに我々が進めてきた結晶性材料における数理的取り扱いを、非晶性材料にまで拡張し、より安全かつ効率的な材料設計の実現を目指している。また、高分子材料を成形した後に、加熱すると材料が縮む熱収縮挙動は、一般的に見られる現象であるが、その物理的起源は明らかではない。我々は、ポリオレフィン系

高分子材料の熱収縮挙動には、数秒程度の早い過程と数時間程度の早い過程が存在することを発見し、それぞれの微視的な起源について現在検討を進めている。

高分子ブレンドは、高分子材料における物性改善のための一般的な手法である。我々は二酸化炭素を原料とする高分子材料を利用して、イソタクチックポリプロピレンの改質を行っている。コストに優れるが混和性の低いポリオレフィン系材料に対する相溶性に優れたポリオレフィン系ランダム共重合体を用いたブレンドに関しては、分光学的手法を用いたモルホロジーと構造および物性との関係の解明や、二軸延伸による成膜と物性評価に関する研究を行っている。

柔らかい高分子材料であるエラストマー材料に関しても、ポリアミド系新規エラストマー材料の力学物性測定、構造解析、その場合分光測定を用いることで、物理的な変形モデルを提案している。また、走行中にバーストが生じづらい安全なタイヤを実現するためのゴム材料開発の基盤となる、エラストマーの引き裂き試験法および解析法の開発を進めている。

ラマン分光法によるその場測定を用いた分子レベルでの測定法を開発し、結晶性高分子材料の延伸や結晶化の際に生じる多彩な構造変化のその場観察を行っている。また、蛍光プローブを用いた、高分子材料の破損状態の評価法の開発を進めている。

軽量かつ高強度で安価な高分子発泡体は、低燃費電気自動車など省エネルギー社会の実現に貢献が期待される。我々は実用性の観点から、従来研究で取り扱われてきた高発泡倍率の材料よりも発泡倍率が低く、コストと強度のバランスに優れたポリエチレン発泡体に着目し、その発泡操作により作製される発泡構造と力学物性との関係について研究を進めている。



## 熱流体・粒子システム研究室

大谷吉生教授，瀬戸章文教授，汲田幹夫准教授，  
東 秀憲助教

本研究室では，気相中に浮遊する微小な固体または液体の粒子（エアロゾル）の生成，計測，挙動制御，環境・エネルギーへの応用を柱に据え，材料開発から健康影響に至るまで，様々なエアロゾルに関する研究を行うとともに，熱および物質の移動や化学反応を伴う様々な現象を扱い，資源およびエネルギーの有効利用に繋がる技術の開発を進めている。主な研究テーマは以下のとおりである。

### エアロゾルの生成と計測

微粒子は，薬品，食品，構造材料の機能と性能を決定する重要な工業材料である。これらの微粒子を合成するために様々なプロセスを開発し，ナノテクノロジーやバイオテクノロジーへの応用展開を行っている。またエアロゾルの計測は，大気中の粒子状物質のモニタリングだけでなく，気相での粒子製造プロセス-粒径分布の計測，分級，捕集，ハンドリングなどの制御と評価のために重要な技術である。静電的，光学的，動力学的手法を駆使し，新規高分解能・高感度エアロゾル計測装置の開発に取り組んでいる。

### 微粒子の挙動制御と応用

多くの原料や中間製品が粉体で供給される化学プロセスでは，粉体を取り扱う機械的操作は重要な技術である。粉体の分散，分級，捕集，分離のために，エア

フィルタ技術や，分散技術の高度化に取り組んでいる。またエアロゾル粒子の核生成，帯電粒子の挙動および沈着は，大気環境・室内空気質を考える上で重要な現象である。エアロゾル発生・計測技術を種々の環境・エネルギー問題に応用し，新たなクリーンテクノロジー・エネルギーの開発に取り組んでいる。

### 高性能吸着材料の開発

水などの自然冷媒を用いる熱駆動型の吸着冷凍機は，シリカゲル等の固体吸着材を蓄冷媒材に使用するため，吸着熱交換器内の伝熱性能に劣り，装置の小型化が困難である。本研究では，熱交換フィンに多用されるアルミニウムに着目し，その表面をアルマイト処理し，そこに水との反応性に富む金属塩を担持することで蓄冷媒機能と高い伝熱性能を併せ持つ複合材料の開発を行っている。

木質バイオマスの迅速熱分解ガス化

スギ，ヒノキ，能登ヒバ等の木屑を原料として，熱分解処理により発電用の可燃性ガスを高効率で取得する研究に取り組んでいる。

### アルミニウムの表面改質

近年の建材用アルミニウムは表面の耐候性，耐摩耗性を向上させる封孔処理や表面光沢度を低下させるつや消し処理が行われている。本研究では，アルミニウムの陽極酸化後に施される熱水封孔処理に伴う表面酸化皮膜の状態変化を詳細に把握することで封孔機構を解明し，良質なアルミニウム部材を得るための操作条件の最適化を行っている。

## 地球学コース

## 鉱物・結晶学研究室

奥野正幸教授，奥寺浩樹准教授，濱田麻希助教

本研究室では，地球・惑星ならびに衛星を構成する物質，特に鉱物（結晶）及び融液やガラスの様々な性質と現象について，X線解析を中心に赤外・ラマン分光法等を用いて以下のような研究を行っている。

### 1. 金属酸化物の構造と物性に関する研究

天然鉱物を中心に，その結晶構造（原子配置，電子状態，格子振動など）を単結晶X線回折法によって明らかにし，さまざまな物性との関係を解明している。現在までに以下のような物質について研究を実施している：(1) スピネル型含鉄酸化物結晶での電子構造；(2) アナタースの光触媒機能とその結晶構造の関係；(3) アパタイト型結晶の結晶化学とイオン伝導；(4) 結晶構造中での不対電子密度の直接観察

### 2. 溶液系からの酸化物（固相）の生成に関する基礎的研究ならびにさまざまな薄膜材料の作成と実用化

ゾルゲル法に依らず金属酸化物薄膜を液中から直接調製する手法とその現象論に関する基礎的な研究を行うとともに環境浄化用光触媒薄膜の実用化を推進している。

### 3. 珪酸塩ガラス（融液）の構造とその圧縮・破壊に関する研究

マグマと関係する珪酸塩ガラスのナノスケールの構造と物性ならびに隕石衝突を想定した衝撃圧縮による構造変化についての研究を行っている。

### 4. 生命起源物質と非晶質シリカ複合体の研究

アミノ酸と非晶質シリカの複合体の構造やアミノ酸重合体の生成過程を明らかにし，初期生命の材料物質生成過程について研究を行っている。

### 5. 準長石族鉱物のイオン置換と変調構造に関する研究

ネフェリン（天然）およびメリライト（合成）の変調構造と，組成・双晶・格子欠陥との関連性をX線回折法，カソードルミネッセンス法及びMössbauer分光法等を用いて解明する研究を行っている。

### 6. 高圧下におけるウスタイトのスピン状態及びメリライト固溶体の変調構造に関する研究

マントル，核を構成する主要な物質であるウスタイト（FeO）中の鉄のスピン状態ならびにメリライト固溶体の変調構造を高圧実験により研究している。

### 7. 福井県坂井市に産する安山岩の風化および土壌と植生に関する研究

クロマツの枯死について，土壌の鉱物学的観点からの研究を行っている。

## 岩石・火山学グループ

荒井章司特任教授, 海野 進教授, 森下知晃教授,  
水上知行助教

本グループでは、地殻-マントル系の成り立ちと生成過程に関する研究を行う。国内外での地質調査、調査船による海洋底調査、および最先端の機器（La-ICP-MS、ラマン分光装置等）による実験室での解析等を行う。また、国際共同研究も積極的に推進し、ワールドクラスの成果を多く出している。

### 1. モホール推進とモホールサイエンスの確立

モホール（海洋底にマントルまでの孔を掘り、深部を直接観察）という夢の計画を牽引している。またその準備を兼ね、海洋底およびオフィオライト（過去の海洋底）の研究を押し進め、モホールサイエンスという新たな分野の創設に意欲的に取り組む。

### 2. マントル岩石学

固体地球の主要部分であるマントルの構成物およびその成因、深部マグマ過程、マントル交代作用を追求する。そのために、マグマ中の捕獲岩、固体貫入岩体などを国内外で調査する。最近では、クロミタイトという岩石に着目し、新たなマントルダイナミクスの解明手段の確立を目指している。

### 3. 火山とマグマ供給系の研究

地殻の主要構成物である火山とマグマの形成過程を

理解するためには、マグマが上昇する過程で被る物理的・化学的な変化を解明しなくてはならない。マグマの発生、上昇・集積、噴火に至るマグマ供給系の物理化学的プロセスや、噴火現象と火山体の形成プロセスを支配する原理について、主に地質学、岩石学、地球化学の手法を用いて研究する。

### 4. 微小領域微量元素分析の開発と応用

地球上の岩石などの固体試料に記録されている履歴を解読するために、化学組成変動の解析が有効である。しかし、岩石には、形成されたときの高温から、風化・変質という低温でのプロセスがすべて記録されている場合が多く、それぞれのステージごとの記録を読み取るためには、微小領域での化学分析が有効である。そこで、レーザーによる微小領域サンプリング技術と高感度質量分析計を組み合わせて、微量元素分析装置の開発と応用を行っている。

### 5. 地球深部ダイナミクスの構造岩石学的研究

沈み込み帯深部に由来する高压変成帯の岩石や火山岩中の捕獲岩を用いて、岩石内部の鉱物の成長・消滅反応や、結晶の配列や組成層構造の発達過程を解析し、プレート境界の結合強度、すべり現象と水の役割を明らかにする。また海洋から大陸下のマントルの変形構造から流動の支配機構を解明し、地震波速度構造との対比から地球スケールのマントルダイナミクスを論ずる。

## 古生物・古環境学グループ

神谷隆宏教授, 長谷川卓教授,  
ジェンキンスロバート助教

伝統的な地質学や古生物学の手法に加え、最新の技術、全国で古環境学研究室屈指の充実した機器を駆使して「生命の歴史が、地球史という大きな枠組みの変化に対応してどのように積み上げられたか」そして「生命が物質循環を通じてどのように地球環境に影響を与えてきたか」を理解するための研究を推進する。

### 1. 神谷研究室：貝形虫の進化古生物学

#### (1) 生殖様式の意義と進化の解明

淡水棲貝形虫には、メスのみで2億年以上生き延びてきたグループ（上科）がいると考えられてきた。しかし理論生物学的にはこのような長期無性生殖生物は存在しないとされる。本研究室では屋久島の調査から、世界で初めてこの上科のオスの生体を発見した。このオスが生殖的に機能しているかどうかを検証中である。

#### (2) 日本海における「寒冷適応種生産モデル」の構築

第四紀の日本海では氷河性海水準変動により、寒冷化・外海との隔離が周期的に生じた。このため本来暖海に生息する種が、寒冷適応種への進化を余儀なくされ、この時期の日本海は世界でも特異的な「寒冷適応種生産工場」の場となった。その後北米や北欧にまで分散していった「日本海で誕生した寒冷種」の実態を解明し、進化モデルの構築を目指す。

### 2. 長谷川研究室：温室地球の環境変動の解明

#### (1) NADWの初期発達史の解明

国際深海掘削計画などの深海試料を用いて、遠洋性堆積物から抽出するバライトの硫黄という新しい材料に注目しながら新生代前期の海洋発達の歴史を考察することを目指している。基盤研究Aのプロジェクト。

#### (2) カナダ・国際プロジェクト

温室期の地球が氷室地球直前まで寒冷化したが、再び温室地球に「回帰できた」時代と「回帰できなかった時代」を比較し、地球温暖化の本質にせまる。手法は地層に保存された化石の酸素、炭素同位体比など分析化学的手法である。また、有機物の分析も行っている。

#### (3) モンゴル・国際共同研究プロジェクト

大気からCO<sub>2</sub>が急速に除去されると陸上気候はどう反応するか。ゴビ砂漠の白亜紀層を共同調査する。

### 3. ジェンキンス研究室：現世化学合成生態系の起源解明

#### (1) 南半球の中生代化学合成生態系

深海極限環境（熱水噴出口やメタン湧水）に成立する化学合成群集は、ジュラ紀末に腕足動物類から軟体動物類へと主要構成生物群が入れ替わったとされている。しかしアルゼンチンでの予察的調査の結果、南半球では前期ジュラ紀には軟体動物優占の化学合成群集が成立していた可能性が高まってきた。調査を進め、現代型化学合成群集の南半球起源説の提唱を目指す。

#### (2) 化学合成生態系と光合成生態系のリンク解明

化学合成生態系の進化に光合成生態系での進化が関与していると予想している。その鍵を握る鯨や首長竜などの大型他脊椎動物の遺骸や海底に沈んだ流木（沈木）に成立する化学合成生態系の研究を推進し、光合成生態系とのリンクを探る。



## 地球物理学グループ

平松良浩教授，隅田育郎准教授，遠藤徳孝助教

本グループでは，地球や惑星で起こるダイナミックな現象を理解するために，モデル実験や観測データの解析，数値シミュレーション等を用いて，地震・火山現象，粉粒体，複雑流体が関わる現象の物理の解明，地形の発達過程等に関する研究を行っている。主な研究テーマは以下の通りである。

### 1. 平松研究室

- (1) 地震発生場に関する研究：深部低周波微動を用いたプレート境界遷移領域におけるすべり速度・すべり分布の推定，地殻深部における応力・歪状態の推定，地震発生メカニズムやスケール則の解明を行う。
- (2) 重力異常に関する研究：重力異常データに基づき活構造を抽出し，その地域における地震発生ポテンシャルを評価する。日本列島周辺における重力異常データに関するデータベースを作成する。
- (3) 火山活動予測に関する研究：地震観測データなどに基づき，白山の火山活動の予測を行う。
- (4) 惑星科学に関する研究：衛星観測による，地形データや重力異常データを用いて月の構造を推定する。

### 2. 隅田研究室

- (1) 火山・マグマ物理学の研究：マグマの発生，分化，固化，上昇，流動，噴火の素過程を実験モデルを使って研究する。
- (2) 粉粒体の関わる地球惑星科学の研究：摩擦すべり，地下水及び地震起源の地すべり，衝突クレータリング，液状化など，粉粒体が関わる地球惑星科学現象を実験モデルを使って研究する。関連するレオロジーの研究も行う。

(1)，(2)について，支配するパラメータ依存性を明らかにし，スケール則を求め，地球惑星現象へ適用する。

### 3. 遠藤研究室

- (1) 河川網（水系網）の時間発展：河川網の形状的特徴の類型とその支配要素について，物理実験モデルを用いて研究する。
- (2) 現世実地調査による河川発達史：地形解析と現地試料による年代測定を用いた地域発達史の解明
- (3) 砂質微地形の形成・発達ダイナミクス：水や空気などの流体による碎屑物輸送で生じる（主に堆積性の）地形に関する成因の解明。
- (4) 地層中の堆積構造と水理条件：ベッドフォームや混濁流を実験水槽内で再現し，水理条件と堆積物の内部構造との関係性を調べる。

## 環境計測研究室 (環日本海域環境研究センター)

柏谷健二教授（平成26年3月31日退職），  
長谷部徳子准教授，松木 篤准教授，福士圭介准教授

### 1. 水圏地表環境学

地球表層部の水文環境を明らかにし，その変動をフィールド調査と室内実験から解明している。主な研究対象時間軸は $10^0 \sim 10^2$ 年， $10^2 \sim 10^4$ 年， $10^4 \sim 10^6$ 年であり，第四紀全般にわたる変動を追跡する。地形学や堆積学，水文学などを基礎として，浸食・運搬・堆積過程に関する研究，湖底堆積物の分析に基づく浸食営力の変動と気候変動に関する研究。水文・地形環境の分析などが行われている。

### 2. 同位体・水質地球化学

地殻構成物として岩石，鉱物，地層中の化石を研究対象に，地球年代学を基礎として46億年にわたる地球の変遷課程（地球史）や物質循環を解析している。地

質放射時計（ウラン系列，フィッシュントラック，ルミネッセンスなど）を独自に開発・改良しながら，地球表層環境変化の精密解析，日本列島の地殻形成過程・火山活動などのテーマに取り組んでいる。

### 3. 大気環境学

黄砂やPM2.5に代表される，大気中の浮遊粒子状物質（エアロゾル）が地域の大気質やグローバルな気候に与える影響を明らかにするために，フィールド観測，詳細な分析に基づいて，微粒子の大気中における物理，化学的な性状の変化，挙動に関する研究を行っている。

### 4. 水質地球化学

室内実験や理論から地球表層での元素移動を支配する化学反応を理解し，それに基づいて定量的に元素分配を予測する研究を行っている。水・土壤汚染から地球環境変動まで，地球表層での環境変化に影響をあたえる化学反応（特に水の関与する反応）を研究テーマにしている。

